



PCT
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<p>(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : B65H 23/00, 20/00</p>	<p>A1</p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 97/03009</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 30. Januar 1997 (30.01.97)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP96/01972</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 9. Mai 1996 (09.05.96)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 195 25 453.8 13. Juli 1995 (13.07.95) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): ELTEX-ELEKTROSTATIK GMBH [DE/DE]; Neudorfer Strasse 5, D-79576 Weil am Rhein (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HAHNE, Ernst, August [DE/DE]; Oberer Rosenbergweg 26, CH-4123 Allschwil (CH). KNOPF, Franz [DE/DE]; Kantstrasse 2, D-77815 Bühl (DE).</p> <p>(74) Anwalt: SÄGER, Manfred; Postfach 505, CH-9004 St. Gallen (CH).</p>		<p>(81) Bestimmungsstaaten: JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht.</p>

(54) Title: DEVICE FOR SEPARATING A GASEOUS LAMINAR BOUNDARY LAYER

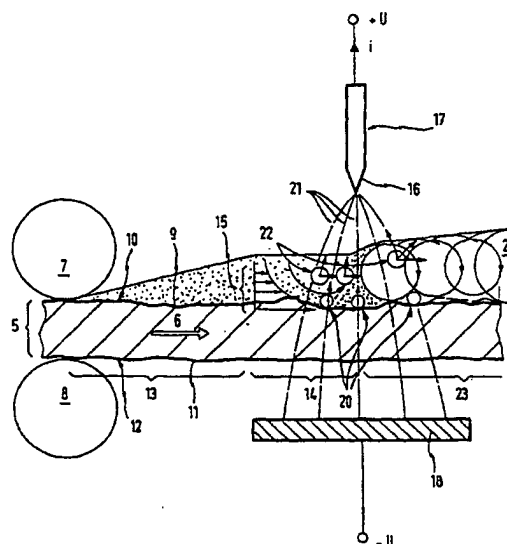
(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUM ABLÖSEN DER GASFÖRMIGEN LAMINAREN GRENZSCHICHT

(57) Abstract

The invention concerns a device for separating the gaseous laminar boundary layer (14) from at least one of the two sides (10, 12) of a material web (5), for example of paper, moving, preferably rapidly, in the conveying direction (6). The invention is characterized by at least one corona discharge electrode (17) which is provided with at least one elongate tip (16) and can be connected to a positive (+U) or negative high-voltage source. The invention is further characterized by at least one counter-electrode (18) which is to be associated with the corona discharge electrode (17) and can be connected to a negative (-U) or positive high voltage source or earth. The corona discharge electrode (17) is to be disposed on the side (10) of the material web (5) comprising the boundary layer (14) to be separated, and the associated counter-electrode (18) is to be disposed on the other side (12).

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Ablösen der gasförmigen, laminaren Grenzschicht (14) von zumindest einer der beiden Seiten (10, 12) einer in Transportrichtung (6) bewegten, vorzugsweise schnellaufenden Materialbahn (5), z.B. aus Papier, wobei zumindest eine mit zumindest einer länglichen Spitze (16) versehenen, eine positive (+U) oder negative Hochspannungsquelle anschließbare Korona-Aufladungselektrode (17) und durch eine dieser zuzuordnenden und an eine negative (-U) bzw. positive Hochspannung oder Masse anschließbare Gegenelektrode (18), wobei die Korona-Aufladungselektrode (17), auf der die abzulösende Grenzschicht (14) aufweisende eine Seite (10) der Materialbahn (5) und die zuzuordnende Gegenelektrode (18) auf der anderen Seite (12) anzuordnen sind.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AM	Armenien	GB	Vereinigtes Königreich	MX	Mexiko
AT	Österreich	GE	Georgien	NE	Niger
AU	Australien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BB	Barbados	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BE	Belgien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BF	Burkina Faso	IE	Irland	PL	Polen
BG	Bulgarien	IT	Italien	PT	Portugal
BJ	Benin	JP	Japan	RO	Rumänien
BR	Brasilien	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
BY	Belarus	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CA	Kanada	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SG	Singapur
CG	Kongo	KZ	Kasachstan	SI	Slowenien
CH	Schweiz	LI	Liechtenstein	SK	Slowakei
CI	Côte d'Ivoire	LK	Sri Lanka	SN	Senegal
CM	Kamerun	LR	Liberia	SZ	Swasiland
CN	China	LK	Litauen	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
EE	Estland	MG	Madagaskar	UG	Uganda
ES	Spanien	ML	Mali	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	MN	Mongolei	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MR	Mauretanien	VN	Vietnam
GA	Gabon	MW	Malawi		

WO 97/03009

PCT/EP96/01972

VORRICHTUNG ZUM ABLÖSEN DER GASFÖRMIGEN
LAMINAREN GRENZSCHICHT

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Hauptanspruches, insbesondere zum Ablösen der gasförmigen, laminaren Grenzschicht von zumindest einer der beiden Seiten einer in Transportrichtung bewegten, vorzugsweise schnellaufenden Materialbahn, z.B. aus Papier.

Gasförmige, laminare Grenzschichten an in Luft bewegten Materialbahnen sind als störend an sich bekannt. So ergeben sich beim Aufwickeln von Materialbahnen auf eine Rolle zu Papier oder Folienballen durch Einwickeln der laminaren Grenzschicht größere Durchmesser der Ballen für die eigentlich nur aufzuwickelnde Länge der Materialbahn als ohne eingewickelte Grenzschicht. Außerdem wird z.B. beim Trocknen in Druckmaschinen versucht, das Lösungsmittel der Druckfarbe(n) durch Trocknen aus der Materialbahn auszutreiben. Hierzu sind sogenannte Grenzschichtrakel bekannt, wobei Luftdüsen rechtwinklig oder quer zur Oberfläche Luft mit hoher Energie und Geschwindigkeit auf die Materialbahn aufblasen, um den Umschlag der laminaren Grenzschicht im mikroskopischen Bereich in eine turbulente Strömung zu bewirken, deren

WO 97/03009

PCT/EP96/01972

2

Wirbel zunehmend größere Durchmesser als die Dicke der Grenzschicht aufweisen, so daß sie einerseits Lösungsmittel der Druckfarbe besser hindurchlassen, andererseits mittels herkömmlicher Blas- und/oder Saugdüsen im Sinne einer makroskopischen bewirkten Beseitigung beeinflußbar sind.

Solche Systeme zur Trocknung sind vor allem bekannt beim Tief-, Rollenoffset- und Flexodruck. Bei all diesen Druckverfahren trocknet die Druckfarbe durch das Austreiben des bzw. der Lösungsmittel, bei denen sich es um Kohlenwasserstoffe oder Spiritus-Wassergemische handelt. Wegen der hohen Transportgeschwindigkeit der Materialbahn entstehen dabei ausgeprägte laminare Grenzschichten, welche sowohl den Wärmetransport in die Materialbahn hinein als auch den Stofftransport der Lösungsmittel daraus behindern. Beide physikalische Prinzipien sind für eine Trocknung von Bedeutung.

Der Wärmetransport in einem Trockner auf der Basis von Heißluftsystemen ist für das Erwärmen, also für die Erhöhung der Temperatur der Materialbahn verantwortlich. Über den Wärmetransport erfolgt die Zufuhr jener Energie, welche für das Austreiben des Lösungsmittels erforderlich ist. Demgegenüber entspricht der Stofftransport ihren aus der Materialbahn ausgetriebenen Lösungsmitteln. Da in der Regel mit Temperaturen der Materialbahn von größer 100°C getrocknet wird, kommt noch eine geringe Menge an Wasser hinzu, welche aus dem Papier verdampft.

Es wird deutlich, daß die Qualität eines Systems zur Trocknung von möglichst hohem Wärme- sowohl Stoffübergang abhängt bei gleichzeitig niedriger Temperaturdifferenz zwischen der Umgebungsluft und jener der Materialbahn. Eine niedrige Temperaturdifferenz bedeutet damit

WO 97/03009

PCT/EP96/01972

3

zwangsläufig einen geringeren Energiebedarf bei ansonsten unverändertem System des Trockners.

Aus der Strömungslehre ist bekannt, daß insbesondere laminare Grenzschichten mit relativ niedrigen Reynoldszahlen, verbunden mit der hohen kinematischen Zähigkeit heißer Luft einen niedrigen Wärme- sowie Stoffübergang aufweisen.

Nachdem der Wärme- und Stoffübergang bei turbulenter Strömung ein Vielfaches des Wertes bei laminarer Strömung ist, wird bei bekannten Systemen der Trocknung versucht, mit dem bereits erwähnten Grenzschichttraker die laminare Grenzschicht sowohl pneumatisch als auch mechanisch wirkend zum Umschlag in eine turbulente Grenzschicht zu veranlassen. Hierbei kommen in der Regel speziell ausgebildete Blasdüsen, die auf die zumindest eine Seite der Materialbahn gerichtet sind, zum Einsatz. Trotz Verwendung hoher Energie sind die Ergebnisse nicht befriedigend. Der Grund dafür ist trotz intensiver Forschung nicht genau bekannt. Vermutlich ist der Grund für die unbefriedigenden Ergebnisse darin zu suchen, daß bei Rauigkeiten der Oberfläche der Materialbahn bei ca. 2 bis 4 μm bei Papier trotz des Umschlages von einer laminaren in eine turbulente Grenzschicht eine dünne laminare sogenannte Restgrenzschicht quasi als in die aufgrund der Rauigkeit vorhandenen Unebenheiten der Oberfläche der Materialbahn eingebettet liegenden Luftfüllungen erhalten bleibt, so daß der Wärme- als auch der Stofftransport behindert wird.

Diese sogenannte Grenzschichttraker kann nicht nur bei Trocknern in Druckmaschinen, sondern prinzipiell auch bei allen anderen Einsatzgebieten Verwendung finden. Gleichwohl bleibt der Wirkungsgrad nach wie vor schlecht.

WO 97/03009

PCT/EP96/01972

4

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine gattungsgemäße Vorrichtung so auszubilden, daß Grenzschichten einfacher und mit erheblich besserem Wirkungsgrad abgelöst werden können.

Diese Aufgabe wird bei einer gattungsgemäßen Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Hauptanspruches erfindungsgemäß durch dessen kennzeichnende Merkmale gelöst.

Bei der erfindungsgemäßen Lösung wird also eine Korona-Aufladeelektrode verwendet, bei der sich - im elektrischen Feld von Gegenelektrode zur Korona-Aufladungselektrode - von der Materialbahn bis zur Korona-Aufladeelektrode im Sinne einer harten Korona-Aufladung mit durch diese fließendem Gleichstrom ein Plasmakanal gebildet, mit welchem Ladung, nämlich Elektronen von der Oberfläche der Materialbahn zu der Korona-Elektrode geleitet wird, die zumindest eine, vorzugsweise jedoch eine Vielzahl von auf die eine Seite in Richtung auf die Oberfläche der Materialbahn gerichtete Spitzen aufweist. Hierbei kommt es zur Stoßionisation der Elektronen im Plasmakanal mit Gasmolekülen in der umgebenden Atmosphäre, so daß dieses Molekül ionisiert wird. Nach einer - nicht gesicherten - Modellvorstellung wird hierbei sowohl durch den Stoßimpuls des Elektrons auf das Gasmolekül in Richtung von der Oberfläche der Materialbahn weg einerseits, sowie die nunmehr auf das ionisierte Gasmolekül einwirkende elektrostatische Kraft im elektrostatischen Feld andererseits ein Stofftransport in Richtung auf die Korona-Aufladeelektrode erfolgt. Die Bewegungsrichtung ist, wie bereits erwähnt, quer zur Strömungsrichtung der Grenzschicht der Materialbahn. Durch diesen sogenannten Ionenwind wird der Umschlag von der laminaren in die turbulente Strömung der Grenzschicht auch

WO 97/03009

PCT/EP96/01972

5

unterhalb der kritischen Reynoldszahl bewirkt. Es ist bekannt, daß oberhalb einer Reynoldszahl von 3×10^6 spontan eine teilweise turbulente Grenzschicht entsteht. Diese turbulente Strömung der Grenzschicht weist aber eine größere Dicke als jene der laminaren auf und wechselwirkt daher einfacher mit makroskopischen Beeinflussungen, z.B. anderen aufgeprägten oder aufgebrachten Luftströmungen, beispielsweise von der Grenzschichttrakele.

Außerdem entstehen bei der turbulenten Strömung Wirbelbereiche mit Bewegungsrichtungen und Beträgen der Geschwindigkeit, die gegenüber jener der Transportrichtung der Materialbahn entgegengesetzt und dem Betrage nach etwa gleichgroß sind, so daß sich in diesen quasi rückwärts verlaufenden Wirbel keine oder nur eine geringe Relativgeschwindigkeit zur Materialbahn ergibt, welche den Austritt von Lösungsmittel und/oder Wasser erheblich erleichtert.

Überraschenderweise hat sich aber herausgestellt, daß der vorstehend beschriebene sogenannte Ionenwind auch bei umgekehrter Polarität in der Lage ist, den Umschlag der laminaren in eine turbulente Strömung der Grenzschicht zu bewirken. In Verbindung mit einem Raster der Spitzen der Elektroden der Korona-Aufladeelektrode von 5 mm konnte beobachtet werden, daß bei negativer Aufladung der Oberfläche der einen Seite der Materialbahn, also bei einem Elektronentransport von der Korona-Aufladungselektrode zur Oberfläche der einen Seite der Materialbahn der Umschlag bei deutlich höherem Ladungstransport, welcher dem durch die Korona-Aufladungselektrode fließenden Strom entspricht, als bei an positiver Hochspannung angeschlossener Korona-Aufladungselektrode erfolgte. Eine Modellvorstellung für dieses Verhalten existiert nicht. Eine Vermutung geht aber dahin,

WO 97/03009

PCT/EP96/01972

6

daß möglicherweise schon aufgrund der in Form des elektrostatischen Feldes eingebrachten Energie der kälteren, eingangs erwähnten Restgrenzschicht, die man sich als flüssigkeitsartig in die Rauigkeit der Oberfläche der einen Seite der Materialbahn eingebettet vorstellen kann, in die daran angrenzende laminare Strömung der Grenzschicht bewegt wird, oder aber sich aufgrund eines teilelastisch reflektierten Impulses an der Oberfläche der einen Seite der Materialbahn erklären kann. In jedem Falle ist es umso überraschender, daß der mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung angestrebte Effekt, den Umschlag der Strömung der gasförmigen laminaren Grenzschicht in eine turbulente Strömung gleichwohl auch bei entgegengesetzter Polarität zu erreichen.

Es ist also nach Lehre der Erfindung in einfachster Weise auf der einen Seite der Materialbahn eine mit zumindest einer länglichen Spitze versehene, an eine positive oder negative Hochspannungsquelle anschließbare Korona-Aufladeelektrode (oder mehrere hiervon) vorzusehen, wobei auf der anderen Seite der Materialbahn dann eine der Korona-Aufladungselektrode zuzuordnenden und an die Hochspannungsquelle jeweils anderer Polarität oder an Masse anschließbare Gegenelektrode anzuordnen ist. Auf der Seite, auf der die Korona-Aufladungselektrode vorgesehen wird, erfolgt der Umschlag in die turbulente Strömung. Die Höhe der Hochspannung und das Abstandsraster der länglichen Spitzen der Einzelelektroden der Korona-Aufladungselektrode muß in Abhängigkeit von dem jeweiligen Zweck, also Geschwindigkeit und Temperatur der Materialbahn eingestellt werden.

Bei einem Versuch in einem Trockner einer Druckmaschine war am Auslauf desselben bei wirksamer aktiver

WO 97/03009

PCT/EP96/01972

7

Korona-Elektrode mit einem durch sie fließenden Strom von ca. 0,5 mA pro Längeneinheit von einem Meter eine kontinuierliche, sichtbare Dampfentwicklung von Lösemittel aus der Oberfläche der einen Seite der Materialbahn zu beobachten. Dies beweist, daß die Dampfdruckdifferenz während des Durchlaufs der Materialbahn durch den Trockner trotz ausreichend hoher Temperatur der Materialbahn nicht in der Lage war, das Lösungsmittel vollständig auszutreiben, d.h. die Materialbahn vollständig zu trocknen. Die restlichen Lösungsmittel wurden erst durch die erfindungsgemäß bewirkte Ablösung der Grenzschicht über die Korona-Aufladung mit einem Plasmakanal, also bei Gleichstrom und Gleichspannung ausgetrieben. Zu bemerken ist, daß die Korona-Aufladungselektrode mit einer elektrischen Leistung von ca. 15 W pro Breitereinheit der Materialbahn von einem Meter eine um ein Vielfaches geringere Leistung benötigt als eine entsprechend ausgebildete Blasdüse von bis zu 50 kW/m, ganz abgesehen von der darin noch nicht berücksichtigten Heizleistung.

Der überraschend hohe Wirkungsgrad der erfindungsgemäßen Vorrichtung dürfte wohl darin gründen, daß die Elektronen, welche sich von jeder Stelle der Oberfläche der einen Seite der Materialbahn unter dem Einfluß der hohen elektrischen Feldstärke zwischen beiden Elektroden ablösen, einen Stofftransport erzeugen, der unmittelbar an der Oberfläche der einen Seite der Materialbahn ansetzt, und dies auch bei sehr rauen Oberflächen. Offenbar wird im Gegensatz zu der Wirkung der bekannten Grenzschichtrakel, die nur die laminare Grenzschicht ablöst, mit der Erfindung darüber hinaus die Restgrenzschicht außerdem im Sinne einer nachfolgend totale Turbulenz genannten Wirkung abgelöst und damit der bestmögliche Wärmeübergang bei maximalem Stoffübergang in Verbindung mit der Trocknung schnell bewegter

WO 97/03009

PCT/EP96/01972

8

Materialbahnen bewirkt. Außerdem wird durch den verbesserten Wärmeübergang der Wirkungsgrad der zum Aufheizen der Materialbahn erzeugten Heißluft erhöht. Die Baulänge des Trockners kann darüber hinaus verkürzt werden. Infolge des verbesserten Stoffübergangs sind generell niedrigere Temperaturen der Materialbahn möglich, was auch für den Wasserhaushalt von Papier von großer Bedeutung ist. Weiterhin kann die Menge an Umluft reduziert werden, da jener Anteil für die Funktion des beim Stande der Technik notwendigen Grenzschiebetrakels entfällt. Schließlich kann die zum Austreiben des Lösungsmittels benötigte Baulänge verkürzt werden, wobei insbesondere beträchtliche Einsparungen an Energie erzielbar sind.

In zweckmäßiger Ausgestaltung der Erfindung bildet die Verbindungslinie von der Korona-Aufladungselektrode zu der Gegenelektrode mit der Transportrichtung einen stumpfen Winkel. Hierdurch bedingt wird der Winkel des resultierenden Impulses auf die Gasmoleküle mit Bezug auf die Transportrichtung größer, wodurch sich schneller der Umschlag von der laminaren in die turbulente Strömung der Grenzschicht und zugleich deren größere Dicke ergibt, so daß ein besserer makroskopischer Angriff von Blas- und/oder Saugströmungen möglich ist.

Von besonderem Vorteil ist es, bei einigen Ausführungsformen in Transportrichtung hinter dem ersten Paar aus Korona-Aufladungselektrode sowie Gegenelektrode zumindest ein weiteres Paar aus je einer jeweils auf der anderen Seite der Materialbahn anzuordnenden Gegenelektrode bzw. Korona-Aufladeelektrode vorzusehen. Somit können in Transportrichtung auf der einen Seite hintereinander sich Korona-Aufladeelektroden mit Gegenelektroden und auf der anderen Seite der Materialbahn

WO 97/03009

PCT/EP96/01972

9

entgegengesetzt in Transportrichtung jeweils abwechseln, so daß an einander abwechselnden Stellen der Ober- und der Unterseite der Materialbahn die Grenzschicht abgelöst wird. Wird stattdessen anstelle der passiven Gegenelektrode eine aktive Gegenelektrode mit länglichen Spitzen, aber an entgegengesetzter Polarität wie die Korona-Aufladungselektrode angeschlossen, so kann an ein und derselben Stelle sowohl an der Ober- als auch der Unterseite der Materialbahn die Grenzschicht abgelöst werden.

Hinter jeder Störung, beispielsweise Führungs- und/oder Umlenkwalzen der Materialbahn über deren gesamte Breite ist eine laminare Strömung nicht mehr vorhanden. Sie baut sich erst mit zunehmenden Abstand in Transportrichtung der Materialbahn erst zu ihrer im wesentlichen konstanten Dicke wieder auf. Um diese Strecke des Aufbaus zu verkürzen, kann es bei manchen Anwendungszwecken zweckmäßig sein, diesem Aufbau der laminaren Strömung der Grenzschicht zunächst zum Aufbau zu verhelfen, um dann die erfindungsgemäße Vorrichtung früher mit größerem Wirkungsgrad einsetzen zu können. Hierzu kann es zweckmäßig sein, hinter der Störungsstelle der Materialbahn über deren gesamte Breite eine laminare Strömung aus Gas oder einem Gasgemisch in Transportrichtung der Materialbahn zuzusetzen.

Zusätzlich zu dem Umschlag der laminaren in eine turbulente Grenzströmung kann es von Vorteil sein, im Abstand in Transportrichtung der Materialbahn hinter dem Paar aus Korona-Aufladungselektrode und Gegenelektrode an sich bekannte Blas- und/oder Saugdüsen vorzusehen, um die das Lösungsmittel und/oder ausgetriebenes Wasser mit sich führende turbulente Strömung zu entfernen. Hierbei kann es auch zweckmäßig sein, in Transportrichtung hinter der bzw.

WO 97/03009

PCT/EP96/01972

10

den Blas- und/oder Saugdüsen eine Eintrittsöffnung für die Materialbahn in eine Vakuumkammer vorzusehen, in der sich entweder keine laminare Grenzströmung oder nur eine von solch geringer Dicke ausbilden kann, daß der Dampfdruck des Lösungsmittels oder Wassers in der Oberfläche der einen Seite der Materialbahn oder deren Restgrenzschicht gegenüber Vakuum ausreichend groß ist, um einen ungehinderten Stofftransport in das Vakuum zu gestatten.

Weitere zweckmäßige Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Mit ganz besonderem Vorteil ist die Verwendung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung bei Druckmaschinen, vorzugsweise Rollenoffset-, Tiefdruck- und Flexodruckmaschinen zweckmäßig, insbesondere bei den dort eingesetzten Trocknern mit Heizeinrichtungen. Auch beim Auflaufen der Materialbahn auf Kühlwalzen kann die zwischen dieser und der Materialbahn miteingeschlossene Grenzschicht beim Kühlen hinderlich sein, so daß auch dort mit Vorteil die erfindungsgemäße Vorrichtung verwendet werden kann. Außerdem ist an manchen Führungs- und/oder Umlenkwalzen von schnellaufenden Materialbahnen sichtbar, daß diese dort quer zu ihrer Transportrichtung "schwimmt". Dieser Effekt dürfte ebenfalls auf die dazwischen vorhandene laminare Grenzschicht zurückzuführen sein, nach deren Ablösung eine sehr genaue und präzise Führung und Umlenkung erfolgen kann.

Ein zweckmäßiges Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert, deren Figur 1 einen schematischen Querschnitt durch eine erfindungsgemäße Vorrichtung mit dazwischenliegender bewegter Materialbahn, in teilweise abgebrochener Darstellung zeigt.

WO 97/03009

PCT/EP96/01972

11

In Fig. 1 ist mit 5 die Materialbahn bezeichnet, die in Transportrichtung 6 gem. Richtungspfeil bewegt ist, und zwar schematisch mit 7 und 8 bezeichneten Führungsrollen, die sich rechtwinklig zur Transportrichtung 6 erstrecken und auf der Oberfläche 9 der einen Seite 10 und der Oberfläche 11 der anderen Seite 12 der Materialbahn 5 befinden. Der prinzipielle Aufbau der laminaren Grenzschrift ist auf der einen Seite 9 der Materialbahn 5 dargestellt. Hinter der als Störungsstelle wirkenden Führungsrolle 7 baut sich in Abschnitt 13 mit zunehmender Dicke eine gasförmige Grenzschrift auf, die im Bereich 14 eine bestimmte Dicke 15 aufweist. Auf derselben einen Seite ist eine mit zumindest einer, vorzugsweise aber einer Vielzahl von zueinander parallelen mit Spitzen 16 versehene Korona-Aufladungselektrode 16 vorgesehen, die an eine positive Hochspannungsquelle $+U$ als Gleichspannungsquelle angeschlossen ist. Auf der anderen Seite 12 der Materialbahn 5 ist eine ihr zugeordnete, flächige Gegenelektrode 18 angeordnet, die sich ebenfalls quer, vorzugsweise rechtwinklig zur Transportrichtung 6, aber parallel zur Oberfläche 10, 12 der Materialbahn über deren gesamte Breite erstreckt, die an die negative Hochspannungsquelle $-U$ angeschlossen ist.

Es wird hierbei die Korona-Aufladungselektrode so ausgebildet und angeordnet und an eine solche Spannung angeschlossen, daß sie als harte Korona-Aufladung einen konstanten Korona-Aufladungsstrom i aufweist, der durch sie hindurchfließt. Aufgrund dessen werden von der Oberfläche 9 der einen Seite 10 Elektronen 20 längs der Feldlinie 21 zu der Korona-Aufladungselektrode 17 transportiert.

Bei ihrer Wanderung in Richtung auf die

WO 97/03009

PCT/EP96/01972

12

Korona-Aufladeelektrode 17 treffen die Elektronen 20 Gasmoleküle 22, die infolge ihres Zusammenstoßes mit den Elektronen zum einen einen Bewegungsimpuls in Richtung auf die Korona-Aufladungselektrode 17 erhalten, andererseits selbst ionisiert werden. Infolge der Ionisation wandern die ionisierten Gasmoleküle 22 längs der elektrostatischen Feldlinien 21 in Richtung auf die Spitze 16 der Korona-Aufladeelektrode 17. Beide Effekte überlagern sich und bewirken im Bereich 14 der laminaren Grenzschichtströmung einen Umschlag in eine turbulente Strömung im Bereich 23. Dort bilden sich schematisch mit 24 bezeichnete Wirbel, die in ihrem Bereich nahe der Oberfläche 9 der einen Seite 10 eine bezüglich der Transportrichtung 6 der Materialbahn 5 entgegengesetzte Geschwindigkeitskomponente aufweisen, also eine kleinere Relativgeschwindigkeit im Bereich der Oberfläche 9 als im Bereich 14 der laminaren Strömung der Grenzschicht, so daß von dort offenbar einerseits leichter ein Stofftransport aus den Unebenheiten der Oberfläche 9 der einen Seite 10 der Materialbahn 5 heraus erfolgen kann und durch die von der Materialbahn weggerichteten Komponente der Wirbel 24 einen guten Stofftransport in Richtung von der Oberfläche 9 weg zuläßt.

WO 97/03009

PCT/EP96/01972

13

A N S P R Ü C H E

1. Vorrichtung zum Ablösen der gasförmigen, laminaren Grenzschrift (14) von zumindest einer der beiden Seiten (10, 12) einer in Transportrichtung (6) bewegten, vorzugsweise schnellaufenden Materialbahn (5), z.B. aus Papier, gekennzeichnet durch zumindest eine mit zumindest einer länglichen Spitze (16) versehenen, eine positive (+U) oder negative Hochspannungsquelle anschließbare Korona-Aufladungselektrode (17) und durch zumindest eine dieser zuzuordnenden und an einen negative (-U) bzw. positive Hochspannung oder Masse anschließbare Gegenelektrode (18), wobei die Korona-Aufladungselektrode (17), auf der die abzulösende Grenzschrift (14) aufweisenden einen Seite (10) der Materialbahn (5) und die zuzuordnende Gegenelektrode (18) auf der anderen Seite (12) anzuordnen sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Korona-Aufladungselektrode (17) eine Vielzahl von auf der einen Seite der Materialbahn (5) anzuordnende Spitzen (16) aufweist, die in Richtung auf die andere Seite (12) der Materialbahn ausrichtbar sind.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Spitzen (16) der Korona-Aufladungselektrode (17) zueinander im wesentlichen parallel ausrichtbar sind.

WO 97/03009

PCT/EP96/01972

14

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die zueinander parallelen länglichen Spitzen (16) der Korona-Aufladungselektrode (17) in einer Ebene liegen, die sowohl quer zur Materialbahn (5) als auch quer zur Transportrichtung (6) der Materialbahn ausrichtbar sind.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Gegenelektrode (18) und die Korona-Aufladungselektrode (17) im wesentlichen spiegelsymmetrisch zueinander bezüglich der Materialbahn (5) anzuordnen ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungslinie von der Korona-Aufladungselektrode (17) zu der Gegenelektrode (18) mit der Transportrichtung einen stumpfen Winkel bildet.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Gegenelektrode (18) flächig ausgebildet ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Flächennormale der flächigen Gegenelektrode (18) winklig, vorzugsweise rechtwinklig zur Transportrichtung (6) ausgebildet ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß in Transportrichtung (6) hinter dem ersten Paar (17, 18) aus Korona-Aufladungselektrode (17) und Gegenelektrode (18) zumindest ein weiteres Paar aus je einer jeweils auf der anderen Seite der Materialbahn (5) anzuordnenden Gegenelektrode bzw. Korona-Aufladungselektrode versehbar ist.

WO 97/03009

PCT/EP96/01972

15

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß hinter einer Störungsstelle (7, 8) der Materialbahn (5) über deren gesamte Breite eine laminare Strömung aus Gas oder einem Gasgemisch in Transportrichtung (6) zusetzbar ist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß hinter einer Störungsstelle (7, 8) der Materialbahn (5) auf der die abzulösende Grenzschicht (14) aufweisenden einen Seite (10) der Materialbahn (5) elektrische Ladung der einen Polarität aufgebracht wird und daß in Transportrichtung (6) als nächste Elektrode dahinter auf der selben Seite (10) der Materialbahn (5) die Korona-Aufladungselektrode (17) vorgesehen ist, die an eine Spannungsquelle der anderen Polarität anschließbar ist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß im Abstand in Transportrichtung (6) der Materialbahn (5) hinter dem Paar (17, 18) aus Korona-Aufladungselektroden (17) und der Gegenelektrode (18) an sich bekannte Blas- und/oder Saugdüsen vorsehbar ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß in Transportrichtung (6) hinter der Blas- und/oder Saugdüse eine Eintrittsrichtung für die Materialbahn (5) in eine Vakuumkammer vorgesehen ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die flächige Gegenelektrode als passive Elektrode und zugleich als Blasdüse ausgebildet ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

WO 97/03009

PCT/EP96/01972

16

daß die Gegenelektrode als ebenfalls Längliche Spitzen aufweisende, aktive Korona-Aufladungselektrode ausgebildet ist.

16. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15 bei Druckmaschinen, vorzugsweise Rollenoffset-, Tiefdruck- und Flexodruckmaschinen.

17. Verwendung nach Anspruch 16 in einem Trockner mit Heizeinrichtungen.

18. Verwendung nach Anspruch 16 beim Auflaufen der Materialbahn (5) auf Kühlwalzen.

19. Verwendung nach Anspruch 16 vor Führungs- und/oder Umlenkwalzen (7, 8) zum Stabilisieren der schwimmenden Materialbahn (5).

WO 97/03009

PCT/EP96/01972

1/1

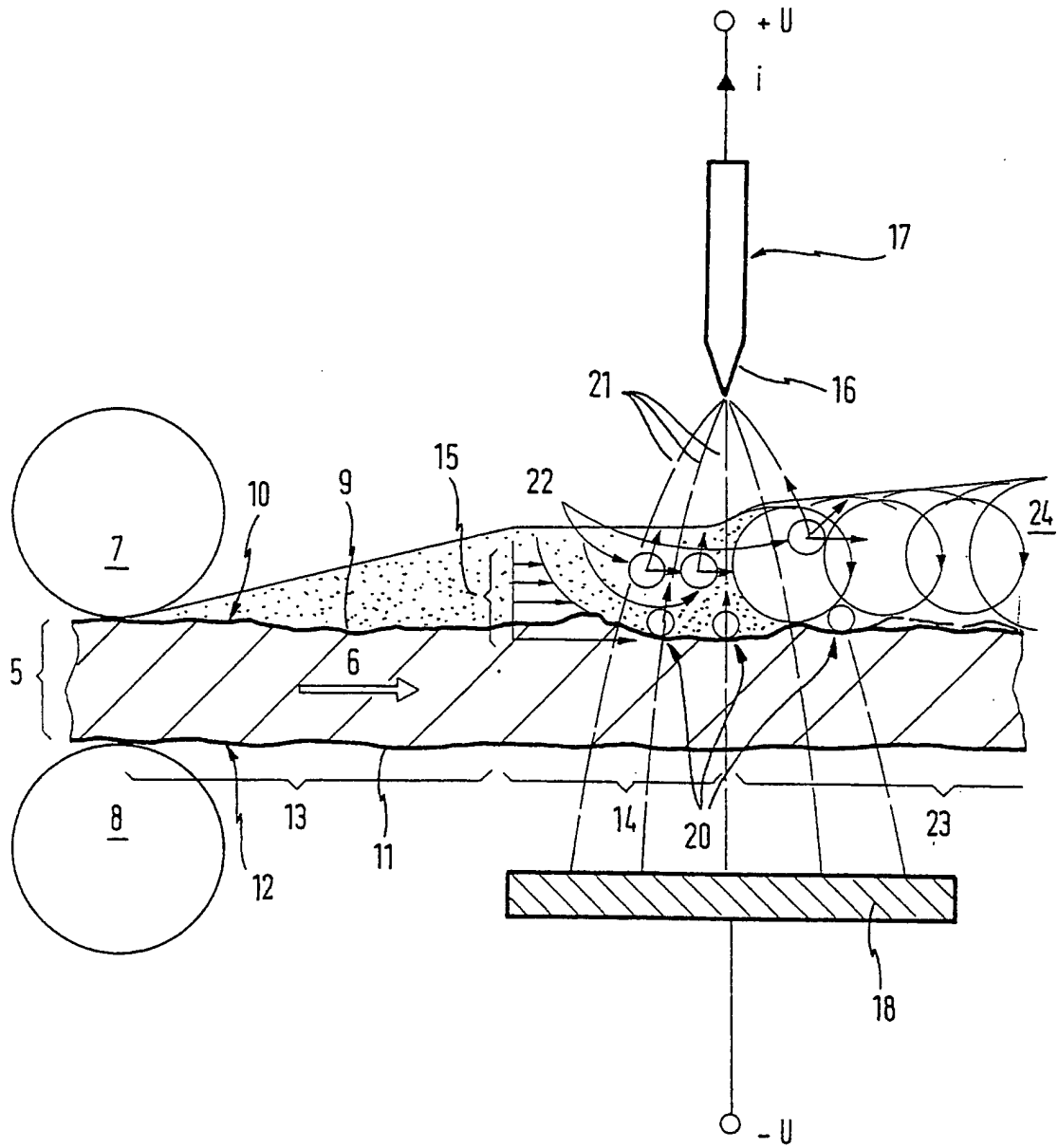


FIG. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP 96/01972

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B 65 H 23/00, B 65 H 20/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B 65 H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO, A, 91/12 095 (KODAK) 22 August 1991 (22.08.91), Abstract.	1
A	--	2-19
A	EP, A, 0 016 300 (IBM) 01 October 1980 (01.10.80), the whole document. --	1-19
A	US, A, 4 476 636 (GROSS) 16 October 1984 (16.10.84) the whole document. ----	1-19

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 August 1996 (23.08.96)

Date of mailing of the international search report

20 September 1996 (20.09.96)

Name and mailing address of the ISA/

EUROPEAN PATENT OFFICE

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 96/01972

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
B 65 H 23/00, B 65 H 20/00		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK 6		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
B 65 H		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO, A, 91/12 095 (KODAK) 22 August 1991 (22.08.91), Zusammenfassung.	1
A	---	2-19
A	EP, A, 0 016 300 (IBM) 01 Oktober 1980 (01.10.80), ganzes Dokument.	1-19
A	US, A, 4 476 636 (GROSS) 16 Oktober 1984 (16.10.84), ganzes Dokument.	1-19
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
23 August 1996		20.09.96
Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter LOSENICKY e.h.

QINTEX

du rapport de recherche inter-
national à la base de travail
II

La présente annexe indique les
acteurs de la famille de brevets
relatifs aux documents de brevets cités
dans le rapport de recherche inter-
national visé ci-dessus. Les respec-
tifs fournisseurs sont donnés à titre indica-
tif et n'engagent pas la responsabilité
de l'Office.

In Recherchenbericht angeführtes Patentdokument Patent document cited in search report Document de brevet cité dans le rapport de recherche		Datum der Veröffentlichung Publication date Date de publication		Mitglied(en) der Patentfamilie Patent family member(s) Membre(s) de la famille de brevets		Datum der Veröffentlichung Publication date Date de publication	
WO A1	9112095	22-08-91		C1-C10 C11-C12 C13-C14 C15-C16 C17-C18 C19-C20 C21-C22 C23-C24 C25-C26 C27-C28 C29-C30 C31-C32 C33-C34 C35-C36 C37-C38 C39-C40 C41-C42 C43-C44 C45-C46 C47-C48 C49-C50 C51-C52 C53-C54 C55-C56 C57-C58 C59-C60 C61-C62 C63-C64 C65-C66 C67-C68 C69-C70 C71-C72 C73-C74 C75-C76 C77-C78 C79-C80 C81-C82 C83-C84 C85-C86 C87-C88 C89-C90 C91-C92 C93-C94 C95-C96 C97-C98 C99-C100 C101-C102 C103-C104 C105-C106 C107-C108 C109-C110 C111-C112 C113-C114 C115-C116 C117-C118 C119-C120 C121-C122 C123-C124 C125-C126 C127-C128 C129-C130 C131-C132 C133-C134 C135-C136 C137-C138 C139-C140 C141-C142 C143-C144 C145-C146 C147-C148 C149-C150 C151-C152 C153-C154 C155-C156 C157-C158 C159-C160 C161-C162 C163-C164 C165-C166 C167-C168 C169-C170 C171-C172 C173-C174 C175-C176 C177-C178 C179-C180 C181-C182 C183-C184 C185-C186 C187-C188 C189-C190 C191-C192 C193-C194 C195-C196 C197-C198 C199-C200 C201-C202 C203-C204 C205-C206 C207-C208 C209-C210 C211-C212 C213-C214 C215-C216 C217-C218 C219-C220 C221-C222 C223-C224 C225-C226 C227-C228 C229-C230 C231-C232 C233-C234 C235-C236 C237-C238 C239-C240 C241-C242 C243-C244 C245-C246 C247-C248 C249-C250 C251-C252 C253-C254 C255-C256 C257-C258 C259-C260 C261-C262 C263-C264 C265-C266 C267-C268 C269-C270 C271-C272 C273-C274 C275-C276 C277-C278 C279-C280 C281-C282 C283-C284 C285-C286 C287-C288 C289-C290 C291-C292 C293-C294 C295-C296 C297-C298 C299-C300 C301-C302 C303-C304 C305-C306 C307-C308 C309-C310 C311-C312 C313-C314 C315-C316 C317-C318 C319-C320 C321-C322 C323-C324 C325-C326 C327-C328 C329-C330 C331-C332 C333-C334 C335-C336 C337-C338 C339-C340 C341-C342 C343-C344 C345-C346 C347-C348 C349-C350 C351-C352 C353-C354 C355-C356 C357-C358 C359-C360 C361-C362 C363-C364 C365-C366 C367-C368 C369-C370 C371-C372 C373-C374 C375-C376 C377-C378 C379-C380 C381-C382 C383-C384 C385-C386 C387-C388 C389-C390 C391-C392 C393-C394 C395-C396 C397-C398 C399-C400 C401-C402 C403-C404 C405-C406 C407-C408 C409-C410 C411-C412 C413-C414 C415-C416 C417-C418 C419-C420 C421-C422 C423-C424 C425-C426 C427-C428 C429-C430 C431-C432 C433-C434 C435-C436 C437-C438 C439-C440 C441-C442 C443-C444 C445-C446 C447-C448 C449-C450 C451-C452 C453-C454 C455-C456 C457-C458 C459-C460 C461-C462 C463-C464 C465-C466 C467-C468 C469-C470 C471-C472 C473-C474 C475-C476 C477-C478 C479-C480 C481-C482 C483-C484 C485-C486 C487-C488 C489-C490 C491-C492 C493-C494 C495-C496 C497-C498 C499-C500 C501-C502 C503-C504 C505-C506 C507-C508 C509-C510 C511-C512 C513-C514 C515-C516 C517-C518 C519-C520 C521-C522 C523-C524 C525-C526 C527-C528 C529-C530 C531-C532 C533-C534 C535-C536 C537-C538 C539-C540 C541-C542 C543-C544 C545-C546 C547-C548 C549-C550 C551-C552 C553-C554 C555-C556 C557-C558 C559-C560 C561-C562 C563-C564 C565-C566 C567-C568 C569-C570 C571-C572 C573-C574 C575-C576 C577-C578 C579-C580 C581-C582 C583-C584 C585-C586 C587-C588 C589-C590 C591-C592 C593-C594 C595-C596 C597-C598 C599-C600 C601-C602 C603-C604 C605-C606 C607-C608 C609-C610 C611-C612 C613-C614 C615-C616 C617-C618 C619-C620 C621-C622 C623-C624 C625-C626 C627-C628 C629-C630 C631-C632 C633-C634 C635-C636 C637-C638 C639-C640 C641-C642 C643-C644 C645-C646 C647-C648 C649-C650 C651-C652 C653-C654 C655-C656 C657-C658 C659-C660 C661-C662 C663-C664 C665-C666 C667-C668 C669-C670 C671-C672 C673-C674 C675-C676 C677-C678 C679-C680 C681-C682 C683-C684 C685-C686 C687-C688 C689-C690 C691-C692 C693-C694 C695-C696 C697-C698 C699-C700 C701-C702 C703-C704 C705-C706 C707-C708 C709-C710 C711-C712 C713-C714 C715-C716 C717-C718 C719-C720 C721-C722 C723-C724 C725-C726 C727-C728 C729-C730 C731-C732 C733-C734 C735-C736 C737-C738 C739-C740 C741-C742 C743-C744 C745-C746 C747-C748 C749-C750 C751-C752 C753-C754 C755-C756 C757-C758 C759-C760 C761-C762 C763-C764 C765-C766 C767-C768 C769-C770 C771-C772 C773-C774 C775-C776 C777-C778 C779-C780 C781-C782 C783-C784 C785-C786 C787-C788 C789-C790 C791-C792 C793-C794 C795-C796 C797-C798 C799-C800 C801-C802 C803-C804 C805-C806 C807-C808 C809-C810 C811-C812 C813-C814 C815-C816 C817-C818 C819-C820 C821-C822 C823-C824 C825-C826 C827-C828 C829-C830 C831-C832 C833-C834 C835-C836 C837-C838 C839-C840 C841-C842 C843-C844 C845-C846 C847-C848 C849-C850 C851-C852 C853-C854 C855-C856 C857-C858 C859-C860 C861-C862 C863-C864 C865-C866 C867-C868 C869-C870 C871-C872 C873-C874 C875-C876 C877-C878 C879-C880 C881-C882 C883-C884 C885-C886 C887-C888 C889-C890 C891-C892 C893-C894 C895-C896 C897-C898 C899-C900 C901-C902 C903-C904 C905-C906 C907-C908 C909-C910 C911-C912 C913-C914 C915-C916 C917-C918 C919-C920 C921-C922 C923-C924 C925-C926 C927-C928 C929-C930 C931-C932 C933-C934 C935-C936 C937-C938 C939-C940 C941-C942 C943-C944 C945-C946 C947-C948 C949-C950 C951-C952 C953-C954 C955-C956 C957-C958 C959-C960 C961-C962 C963-C964 C965-C966 C967-C968 C969-C970 C971-C972 C973-C974 C975-C976 C977-C978 C979-C980 C981-C982 C983-C984 C985-C986 C987-C988 C989-C990 C991-C992 C993-C994 C995-C996 C997-C998 C999-1000 1001-1002 1003-1004 1005-1006 1007-1008 1009-1010 1011-1012 1013-1014 1015-1016 1017-1018 1019-1020 1021-1022 1023-1024 1025-1026 1027-1028 1029-1030 1031-1032 1033-1034 1035-1036 1037-1038 1039-1040 1041-1042 1043-1044 1045-1046 1047-1048 1049-1050 1051-1052 1053-1054 1055-1056 1057-1058 1059-1060 1061-1062 1063-1064 1065-1066 1067-1068 1069-1070 1071-1072 1073-1074 1075-1076 1077-1078 1079-1080 1081-1082 1083-1084 1085-1086 1087-1088 1089-1090 1091-1092 1093-1094 1095-1096 1097-1098 1099-1100 1101-1102 1103-1104 1105-1106 1107-1108 1109-1110 1111-1112 1113-1114 1115-1116 1117-1118 1119-1120 1121-1122 1123-1124 1125-1126 1127-1128 1129-1130 1131-1132 1133-1134 1135-1136 1137-1138 1139-1140 1141-1142 1143-1144 1145-1146 1147-1148 1149-1150 1151-1152 1153-1154 1155-1156 1157-1158 1159-1160 1161-1162 1163-1164 1165-1166 1167-1168 1169-1170 1171-1172 1173-1174 1175-1176 1177-1178 1179-1180 1181-1182 1183-1184 1185-1186 1187-1188 1189-1190 1191-1192 1193-1194 1195-1196 1197-1198 1199-1200 1201-1202 1203-1204 1205-1206 1207-1208 1209-1210 1211-1212 1213-1214 1215-1216 1217-1218 1219-1220 1221-1222 1223-1224 1225-1226 1227-1228 1229-1230 1231-1232 1233-1234 1235-1236 1237-1238 1239-1240 1241-1242 1243-1244 1245-1246 1247-1248 1249-1250 1251-1252 1253-1254 1255-1256 1257-1258 1259-1260 1261-1262 1263-1264 1265-1266 1267-1268 1269-1270 1271-1272 1273-1274 1275-1276 1277-1278 1279-1280 1281-1282 1283-1284 1285-1286 1287-1288 1289-1290 1291-1292 1293-1294 1295-1296 1297-1298 1299-1300 1301-1302 1303-1304 1305-1306 1307-1308 1309-1310 1311-1312 1313-1314 1315-1316 1317-1318 1319-1320 1321-1322 1323-1324 1325-1326 1327-1328 1329-1330 1331-1332 1333-1334 1335-1336 1337-1338 1339-1340 1341-1342 1343-1344 1345-1346 1347-1348 1349-1350 1351-1352 1353-1354 1355-1356 1357-1358 1359-1360 1361-1362 1363-1364 1365-1366 1367-1368 1369-1370 1371-1372 1373-1374 1375-1376 1377-1378 1379-1380 1381-1382 1383-1384 1385-1386 1387-1388 1389-1390 1391-1392 1393-1394 1395-1396 1397-1398 1399-1400 1401-1402 1403-1404 1405-1406 1407-1408 1409-1410 1411-1412 1413-1414 1415-1416 1417-1418 1419-1420 1421-1422 1423-1424 1425-1426 1427-1428 1429-1430 1431-1432 1433-1434 1435-1436 1437-1438 1439-1440 1441-1442 1443-1444 1445-1446 1447-1448 1449-1450 1451-1452 1453-1454 1455-1456 1457-1458 1459-1460 1461-1462 1463-1464 1465-1466 1467-1468 1469-1470 1471-1472 1473-1474 1475-1476 1477-1478 1479-1480 1481-1482 1483-1484 1485-1486 1487-1488 1489-1490 1491-1492 1493-1494 1495-1496 1497-1498 1499-1500 1501-1502 1503-1504 1505-1506 1507-1508 1509-1510 1511-1512 1513-1514 1515-1516 1517-1518 1519-1520 1521-1522 1523-1524 1525-1526 1527-1528 1529-1530 1531-1532 1533-1534 1535-1536 1537-1538 1539-1540 1541-1542 1543-1544 1545-1546 1547-1548 1549-1550 1551-1552 1553-1554 1555-1556 1557-1558 1559-1560 1561-1562 1563-1564 1565-1566 1567-1568 1569-1570 1571-1572 1573-1574 1575-1576 1577-1578 1579-1580 1581-1582 1583-1584 1585-1586 1587-1588 1589-1590 1591-1592 1593-1594 1595-1596 1597-1598 1599-1600 1601-1602 1603-1604 1605-1606 1607-1608 1609-1610 1611-1612 1613-1614 1615-1616 1617-1618 1619-1620 1621-1622 1623-1624 1625-1626 1627-1628 1629-1630 1631-1632 1633-1634 1635-1636 1637-1638 1639-1640 1641-1642 1643-1644 1645-1646 1647-1648 1649-1650 1651-1652 1653-1654 1655-1656 1657-1658 1659-1660 1661-1662 1663-1664 1665-1666 1667-1668 1669-1670 1671-1672 1673-1674 1675-1676 1677-1678 1679-1680 1681-1682 1683-1684 1685-1686 1687-1688 1689-1690 1691-1692 1693-1694 1695-1696 1697-1698 1699-1700 1701-1702 1703-1704 1705-1706 1707-1708 1709-1710 1711-1712 1713-1714 1715-1716 1717-1718 1719-1720 1721-1722 1723-1724 1725-1726 1727-1728 1729-1730 1731-1732 1733-1734 1735-1736 1737-1738 1739-1740 1741-1742 1743-1744 1745-1746 1747-1748 1749-1750 1751-1752 1753-1754 1755-1756 1757-1758 1759-1760 1761-1762 1763-1764 1765-1766 1767-1768 1769-1770 1771-1772 1773-1774 1775-1776 1777-1778 1779-1780 1781-1782 1783-1784 1785-1786 1787-1788 1789-1790 1791-1792 1793-1794 1795-1796 1797-1798 1799-1800 1801-1802 1803-1804 1805-1806 1807-1808 1809-1810 1811-1812 1813-1814 1815-1816 1817-1818 1819-1820 1821-1822 1823-1824 1825-1826 1827-1828 1829-1830 1831-1832 1833-1834 1835-1836 1837-1838 1839-1840 1841-1842 1843-1844 1845-1846 1847-1848 1849-1850 1851-1852 1853-1854 1855-1856 1857-1858 1859-1860 1861-1862 1863-1864 1865-1866 1867-1868 1869-1870 1871-1872 1873-1874 1875-1876 1877-1878 1879-1880 1881-1882 1883-1884 1885-1886 1887-1888 1889-1890 1891-1892 1893-1894 1895-1896 1897-1898 1899-1900 1901-1902 1903-1904 1905-1906 1907-1908 1909-1910 1911-1912 1913-1914 1915-1916 1917-1918 1919-1920 1921-1922 1923-1924 1925-1926 1927-1928 1929-1930 1931-1932 1933-1934 1935-1936 1937-1938 1939-1940 1941-1942 1943-1944 1945-1946 1947-1948 1949-1950 1951-1952 1953-1954 1955-1956 1957-1958 1959-1960 1961-1962 1963-1964 1965-1966 1967-1968 1969-1970 1971-1972 1973-1974 1975-1976 1977-1978 1979-1980 1981-1982 1983-1984 1985-1986 1987-1988 1989-1990 1991-1992 1993-1994 1995-1996 1997-1998 1999-2000 2001-2002 2003-2004 2005-2006 2007-2008 2009-2010 2011-2012 2013-2014 2015-2016 2017-2018 2019-2020 2021-2022 2023-2024 2025-2026 2027-2028 2029-2030 2031-2032 2033-2034 2035-2036 2037-2038 2039-2040 2041-2042 2043-2044 2045-2046 2047-2048 2049-2050 2051-2052 2053-2054 2055-2056 2057-2058 2059-2060 2061-2062 2063-2064 2065-2066 2067-2068 2069-2070 2071-2072 2073-2074 2075-2076 2077-2078 2079-2080 2081-2082 2083-2084 2085-2086 2087-2088 2089-2090 2091-2092 2093-2094 2095-2096 2097-2098 2099-2100 2101-2102 2103-2104 2105-2106 2107-2108 2109-2110 2111-2112 2113-2114 2115-2116 2117-2118 2119-2120 2121-2122 2123-2124 2125-2126 2127-2128 2129-2130 2131-2132 2133-2134 2135-2136 2137-2138 2139-2140 2141-2142 2143-2144 2145-2146 2147-2148 2149-2150 2151-2152 2153-2154 2155-2156 2157-2158 2159-2160 2161-2162 2163-2164 2165-2166 2167-2168 2169-2170 2171-2172 2173-2174 2175-2176 2177-2178 2179-2180 2181-2182 2183-2184 2185-2186 2187-2188 2189-2190 2191-2192 2193-2194 2195-2196 2197-2198 2199-2200 2201-2202 2203-2204 2205-2206 2207-2208 2209-2210 2211-2212 2213-2214 2215-2216 2217-2218 2219-2220 2221-2222 2223-2224 2225-2226 2227-2228 2229-2230 2231-2232 2233-2234 2235-2236 2237-2238 2239-2240 2241-2242 2243-2244 2245-2246 2247-2248 2249-2250 2251-2252 2253-2254 2255-2256 2257-2258 2259-2260 2261-2262 2263-2264 2265-2266 2267-2268 2269-2270 2271-2272 2273-2274 2275-2276 2277-2278 2279-2280 2281-2282 2283-2284 2285-2286 2287-2288 2289-2290 2291-2292 2293-2294 2295-2296 2297-2298 2299-2300 2301-2302 2303-2304 2305-2306 2307-2308 2309-2310 2311-2312 2313-2314 2315-2316 2317-2318 2319-2320 2321-2322 2323-2324 2325-2326 2327-2328 2329-2330 2331-2332			